

Beschreibung des Studiengangs

# Physik (MPO 2021)

## Master

Datum: 17-11-2025

## Inhaltsverzeichnis

### **Fachliche Vertiefungsphase**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Kollektive Phänomene         | 3  |
| Quantenmaterie               | 5  |
| Nanosysteme                  | 7  |
| Extraterrestrische Physik    | 9  |
| Astrophysik und Planetologie | 11 |
| Geophysik                    | 13 |

### **Brücken- und Nebenfachbereich**

|              |    |
|--------------|----|
| Metrologie   | 15 |
| Wahlfach     | 17 |
| Brückenmodul | 18 |

### **Forschungsphase**

|                      |    |
|----------------------|----|
| Professionalisierung | 19 |
| Forschungspraktikum  | 21 |

### **Masterarbeit**

|              |    |
|--------------|----|
| Masterarbeit | 23 |
|--------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Kollektive Phänomene</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IPKM-40</b> |    |
| Institution:<br><b>Physik der Kondensierten Materie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>KP2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 450 h       | Präsenzzeit:   | 140 h | Semester:                          | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15          | Selbststudium: | 310 h | Anzahl Semester:                   | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 10 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik (V)<br>Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik (Ü)<br>Physikalische Grundlagen der Spintronik (V)<br>Physikalische Grundlagen der Spintronik (Ü)<br>Supraleitung (V)<br>Supraleitung (Ü)<br>Phys Seminar: Kollektive Phänomene (S)<br>Kollektive Phänomene in Festkörpern (V)<br>Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien (V/Ü)<br>Spezielle Kapitel zum Magnetismus der Kondensierten Materie (V/Ü)<br>Einführung in die Elektronenmikroskopie (V)<br>Halbleiteroptik (V)<br>Halbleiteroptik (Ü) |             |                |       |                                    |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Die Vorlesung und Übung „Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik“ ist verpflichtende Grundlage für das Modul „Kollektive Phänomene“. Wahl der Veranstaltungen aus dem obigen Katalog wie folgt: zwei Vorlesungen plus zugehöriger Übung, ein Praktikum, ein Seminar.                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                    |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Stefan Süllo<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Dirk Menzel<br>Prof. Dr. Farsane Tabataba-Vakili<br>Dr. Daesung Park                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- lernen weiterführende Konzepte und Methoden in der modernen Beschreibung kollektiver Eigenschaften und Phänomene der kondensierten Materie sowie makroskopischer Quantenphänomene kennen.<br>- sind in der Lage, eigenständig aus den beobachteten Phänomenen und Effekten auf zu Grunde liegende Zusammenhänge und ihre Übertragung und Anwendung auf andere Systeme zu schließen.                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Inhalte:<br>Es werden die vorhandenen Grundlagen der Festkörperphysik erweitert und ergänzt. Die thematische Vertiefung beinhaltet quantenmechanische Austauschmodelle, magnetische Ordnung, Supraleitung, makroskopische Quanteneffekte, Quantenflüssigkeiten, Phasenübergänge und Symmetriebrechung und Quantenoptik. Alle Effekte werden hinsichtlich Aspekten der Vielteilchenphysik und der 2. Quantisierung diskutiert.                                                                                                                                                                       |             |                |       |                                    |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                    |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben<br>(c) Studienleistung: Seminarvortrag (30 min)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Peter Lemmens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |
| Medienformen:<br>Tafelvortrag, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Literatur:<br><i>Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien</i><br>Laserspektroskopie: Grundlagen und Techniken, Springer, Wolfgang Demtröder<br><br><i>Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik</i><br>Kittel: Einführung in die Festkörperphysik<br>Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |

*Einführung in die Elektronenmikroskopie*

Williams, D., Carter, B., Barry, C., Transmission Electron Microscopy, Springer-Verlag.

Reimer, L., Kohl, H., Transmission electron microscopy, Springer-Verlag.

R.F. Egerton, Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope, Springer-Verlag.

Giannuzzi, L.A., (Eds.) Introduction to Focused Ion Beams, Springer-Verlag.

*Spezielle Kapitel zum Magnetismus der Kondensierten Materie*

S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford Master Series.

P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism, World Scientific.

Erklärender Kommentar:

**Sprache:** Deutsch oder Englisch nach Absprache

Kategorien (Modulgruppen):

**Fachliche Vertiefungsphase**

Voraussetzungen für dieses Modul:

---

Studiengänge:

**Physik (MPO 2021) (Master)**

Kommentar zur Zuordnung:

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                |       |                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|-------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Quantenmaterie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IMAPH-10</b> |    |
| Institution:<br><b>Mathematische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>QMA2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 450 h       | Präsenzzeit:   | 140 h | Semester:                           | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15          | Selbststudium: | 310 h | Anzahl Semester:                    | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Wahlpflicht |                |       | SWS:                                | 10 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Elektronische Korrelation (S)<br>Quantenmaterie (V)<br>Quantenmaterie (Ü)<br>Dynamik von Fermiflüssigkeiten in einer Dimension (V/Ü)<br>Quantenmechanik 2 (V/Ü)<br>Quantenoptik (V/Ü)<br>Online-Seminar: Starke Korrelationen und moderne Methoden der Vielteilchenphysik (OS)<br>Einführung in Tensornetzwerke (V/Ü)<br>Online-Seminar: Tensornetzwerke (OS)<br>Quantenfeldtheorie (V/Ü)<br>Quantenfeldtheorie 2 (V/Ü)                                |             |                |       |                                     |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Verpflichtende Veranstaltung: Vorlesung und Übung „Quantenmechanik II“. Wahl einer weiteren Vorlesung inkl. Übung aus obigem Katalog.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                     |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Wolfram Brenig<br>Prof. Dr. Andrey Surzhykov<br>Prof. Dr. Christoph Karrasch<br>Dr. Sebastian Ulbricht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       |                                     |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- erwerben ein detailliertes Verständnis der theoretischen Grundlagen der Quantenphysik der Materie mittels moderner Methoden der Theoretischen Physik.<br>- vertiefen die Physik der Quantenmaterie in spezifischen Anwendungen mit Hilfe von Literatur und Übungen.<br>- werden zu selbständiger Problemlösung unter Zuhilfenahme aktueller Literatur befähigt und können eigenständig theoretische Methoden anwenden und weiterentwickeln. |             |                |       |                                     |    |
| Inhalte:<br>Streutheorie, 2te Quantisierung, Strahlungsfeld, relativistische QM, Feldtheorie, Raumgruppen, Gitter und Gitterdynamik, Bandstrukturen, Vielteilchenphysik, Statistik des Festkörpers, Elementare Anregungen, Supraleitung, Magnetismus, Bose-Einstein-Kondensation, Responsefunktionen, Transporttheorie, niederdimensionale Systeme, Quanteninformation                                                                                                                    |             |                |       |                                     |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                     |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben oder Seminarvortrag (30 min)<br>(c) Studienleistung: Hausaufgaben oder Seminarvortrag (30 min)                                                                                                                                                                                                      |             |                |       |                                     |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                     |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Patrik Recher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                     |    |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                |       |                                     |    |
| Medienformen:<br>Tafelvortrag, Beamer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                     |    |
| Literatur:<br><b>Quantenfeldtheorie</b><br>Peskin, Schroeder: An Introduction To Quantum Field Theory, CRC Press 2018.<br>Weinberg: The Quantum Theory of Fields 1, Cambridge University Press, 1995.<br><br><b>Quantenfeldtheorie 2</b><br>M.D. Schwartz: "Quantum Field Theory and the Standard Model".<br>M. Peskin, D. Schroeder: "An Introduction to Quantum Field Theory".<br>M. Srednicki: "Quantum Field Theory".                                                                 |             |                |       |                                     |    |
| Erklärender Kommentar:<br>Sprache: Deutsch oder Englisch nach Absprache                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                     |    |

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Fachliche Vertiefungsphase</b> |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                        |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>              |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|-----------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Nanosysteme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-AP-47</b>  |    |
| Institution:<br><b>Angewandte Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>NAS2021</b> |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 450 h       | Präsenzzeit:   | 140 h | Semester:                         | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15          | Selbststudium: | 310 h | Anzahl Semester:                  | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wahlpflicht |                |       | SWS:                              | 10 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Energie und Ressourcen (V/Ü)<br>Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien (V/Ü)<br>Phys Seminar: Physik der Nanostrukturen (S)<br>Seminar Nanoskopische Systeme (S)<br>Physikalische Grundlagen der Spintronik (V)<br>Physikalische Grundlagen der Spintronik (Ü)<br>Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik (V)<br>Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik (Ü)<br>Nano-Quantenoptomechanik (OV/Ü)<br>Grundlagen der Nanooptik (OV)<br>Grundlagen der Nanooptik (OÜ)<br>Einführung in die Elektronenmikroskopie (V)<br>Nanoelektronik (V)<br>Nanoelektronik (Ü)<br>Gravitationswellendetektion (V)<br>Gravitationswellendetektion (Ü)<br>Nanostrukturen auf Oberflächen (V)<br>Halbleiteroptik (V)<br>Halbleiteroptik (Ü) |             |                |       |                                   |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Wahl der Veranstaltungen aus dem obigen Katalog wie folgt: zwei Vorlesungen plus zugehöriger Übung, ein Praktikum oder ein Seminar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       |                                   |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Stefan Süllo<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Dirk Menzel<br>Prof. Dr. Uta Schlickum<br>Prof. Dr. Stefanie Kroker<br>Prof. Dr. Oleksandr Dobrovolskiy<br>Prof. Dr. Farsane Tabataba-Vakili<br>Dr. Markus Etzkorn<br>Dr. Daesung Park                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                   |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden erwerben ein detailliertes Verständnis von Festkörper-Nanosystemen in verschiedenen Formen. Dazu gehört vertieftes Grundlagenwissen zur Festkörperphysik sowie der quantitative Umgang mit den strukturellen, elektronischen und optischen Eigenschaften von Nanostrukturen. Die Kenntnis und der Umgang mit der experimentellen Methodik zur Untersuchung von Nanostrukturen gehören ebenfalls zu den Zielen dieses Moduls.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                   |    |
| Inhalte:<br>Behandelt werden allgemeine vertiefte Grundlagen der Festkörperphysik, Eigenschaften und Anwendungen von Halbleiter-Nanostrukturen, Quanteneffekte in niederdimensionalen Strukturen, Herstellung und Eigenschaften dünner Schichten, Nanoelektronik und molekulare magnetische Systeme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                   |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                |       |                                   |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben<br>(c) Studienleistung: Seminarvortrag (30 min)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                   |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                   |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Uta Schlickum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                |       |                                   |    |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                   |    |

Medienformen:

Tafelvortrag, Beamer

Literatur:

**Energie und Ressourcen**

Quaschning, V.: Erneuerbare Energien und Klimaschutz (Hanser).

Kaltschmitt, Wiese, Streicher (Hrsg.) Erneuerbare Energien, (Springer).

N.V. und V.M. Kharchenko, Advanced energy system, (CRC Press).

R.F.M. Lobo, Nanophysics for Energy Efficiency (Springer).

R.A. Hinrichs, M. Kleinbach, Energy: Its Use and the Environment, (Brooks Cole).

**Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien**

Laserspektroskopie: Grundlage und Techniken, Springer, Wolfgang Demtröder.

**Fortgeschrittene Methoden der Festkörperphysik**

Kittel: Einführung in die Festkörperphysik

Ashcroft, Mermin: Festkörperphysik

**Einführung in die Elektronenmikroskopie**

Williams, D., Carter, B., Barry, C., Transmission Electron Microscopy, Springer-Verlag.

Reimer, L., Kohl, H., Transmission electron microscopy, Springer-Verlag.

R.F. Egerton, Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope, Springer-Verlag.

Giannuzzi, L.A., (Eds.) Introduction to Focused Ion Beams, Springer-Verlag.

**Nanoelektronik**

Zur Vorlesung wird eine Multimedia-CD-ROM mit Skript und Übungen angeboten

R. Waser, Nanoelectronics and Information Technology, Wiley-VCH.

M. Kähler, Nanotechnology, Wiley-VCH.

Jasprit Singh, Modern Physics for Engineers, Wiley.

N. Ashcroft, N. Mermin, Solid State Physics.

S. Flügge, Rechenmethoden der Quantentheorie.

W. Nolting, Quantenmechanik, Band 5 aus Grundkurs: Theoretische Physik.

**Nanostrukturen auf Oberflächen**

A. Zangwill, Physics at Surfaces, Cambridge University Press, 1988.

M. Henzler, W. Göpel, Oberflächenphysik des Festkörpers, Teubner Studienbücher, 1994.

T. Fauster, L. Hammer, K. Heinz, M.A. Schneider, Oberflächenphysik, Grundlagen und Methoden, Oldenbourg Verlag München, 2013.

Aktuelle Publikationen.

Erklärender Kommentar:

**Sprache: Deutsch oder Englisch nach Absprache**

Kategorien (Modulgruppen):

**Fachliche Vertiefungsphase**

Voraussetzungen für dieses Modul:

---

Studiengänge:

**Physik (MPO 2021) (Master)**

Kommentar zur Zuordnung:

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-18</b> |    |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>EP2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 450 h       | Präsenzzeit:   | 140 h | Semester:                          | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15          | Selbststudium: | 310 h | Anzahl Semester:                   | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 10 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Kosmologie (V)<br>Kosmologie (Ü)<br>Allgemeine Relativitätstheorie (V)<br>Allgemeine Relativitätstheorie (Ü)<br>Physik planetarer Magnetosphären (V)<br>Physik planetarer Magnetosphären (Ü)<br>Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten- und Signalanalyse (V)<br>Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten- und Signalanalyse (Ü)<br>Praktikum Weltraumphysik und -technik (P)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Aus den angebotenen Vorlesungen mit Übungen sind 2 auszuwählen, das Praktikum ist verpflichtend zu belegen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Yasuhito Narita<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke<br>Dr. Daniel Heyner<br>Dr. Ingo Richter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- können die empirischen und theoretischen Grundlagen der modernen extraterrestrischen Physik und aktuelle Forschungsergebnisse in diesem Bereich darstellen und vergleichen.<br>- können die Methoden der numerischen Simulation, fortgeschrittener Datenanalyseverfahren und Weltraummesstechnik planen und anwenden.<br>- erhalten das Grundlagenwissen, welches benötigt wird, um Konzepte und Methoden der extraterrestrischen Physik weiterentwickeln und evaluieren zu können.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       |                                    |    |
| Inhalte:<br>Behandelt werden die grundlegenden theoretischen und experimentellen physikalischen Eigenschaften von Weltraumplasmen und ihrer theoretischen Beschreibung. Diese Grundlagen sollen dann zur vertieften Darstellung der inneren Dynamik planetarer Körper und ihrer Wechselwirkung mit extraterrestrischen Plasmen benutzt werden. Folgende Schwerpunkte umfasst dieses Modul: Plasmamodelle, Stabilität von Plasmen, Wellen in Plasmen, Dynamotheorie, numerische Simulation von Plasmen, Wechselwirkung von Plasmen mit planetaren Körpern, Messverfahren der Weltraumplasmaphysik. Das Praktikum umfasst Aufbau/Durchführung eigener numerischer Experimente, die Interpretation weltraumphysikalischer Messreihen mit Methoden der modernen Datenanalyse sowie Experimente zur Lösung weltraumphysikalischer Fragestellungen. |             |                |       |                                    |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben<br>(c) Studienleistung: Protokoll zum Laborpraktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                    |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                    |    |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                |       |                                    |    |
| Medienformen:<br>Tafelvortrag, Beamer, Videos, praktische Arbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |    |
| Literatur:<br>Baumjohann, W., Treumann, R., Basic Space Plasma Physics, World Scientific, 1997.<br>Bergmann, L., Schäfer, C., Lehrbuch der Experimentalphysik, Band7: Erde und Planeten, deGruyter, 2001.<br>Bendat, J. S., Piersol, A.G., Random Data. Analysis and Measurement Procedures, Wiley, 2010.<br>Birdsall, C.K., Langdon, A.B., Plasma Physics via Computer Simulation, Taylor and Francis, 2004.<br>Larson, W.J., Wert, J.R., Space Mission Analysis and Design, Space Technology Library, 1999.<br>Prölss, G.W., Physik des erdnahen Weltraums, Springer, 2001.                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |

Menke, W., 2012, Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory, Elsevier. McMahon, D., 2007, Signals and Systems Demystified, McGraw Hill.

Eigene Skripte und weitere Literatur je nach gewählter Veranstaltung

#### *Kosmologie*

H. Goenner, Einführung in die Kosmologie

#### *Physik planetarer Magnetosphären*

Glassmeier, K.H., Scholer, M. Plasmaphysik im Sonnensystem, BI Wissenschaftsverlag, 1991.

Prölss, G.W., Physik des erdnahen Weltraums, Springer, 2001.

Kallenrode, M.-B., Space Physics, Springer 1998.

Kivelson, M. G., Russell, C.T., Introduction to Space Physics, CUP 1995.

Baumjohann/Treumann, Basics Space Plasma Physics, 1996.

#### *Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten und Signalanalyse*

Bendat, J.S., Piersol, A.G., Random Data: Analysis and Measurement Procedures, Wiley & Sons Inc. 1986, und weitere Spezialliteratur, die jeweils zum Vorlesungsbeginn bekannt gegeben wird.

Erklärender Kommentar:

**Sprache: Deutsch oder Englisch nach Absprache**

Kategorien (Modulgruppen):

**Fachliche Vertiefungsphase**

Voraussetzungen für dieses Modul:

---

Studiengänge:

**Physik (MPO 2021) (Master)**

Kommentar zur Zuordnung:

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Astrophysik und Planetologie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-19</b> |    |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>AP2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 450 h       | Präsenzzeit:   | 196 h | Semester:                          | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 15          | Selbststudium: | 254 h | Anzahl Semester:                   | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 14 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Asteroiden (V)<br>Asteroiden (Ü)<br>Entstehung von Planetensystemen (V)<br>Entstehung von Planetensystemen (Ü)<br>Kometen und Transneptunische Objekte (TNOs) (V)<br>Kometen und Transneptunische Objekte (TNOs) (Ü)<br>Astrophysikalisches Praktikum (P)<br>Physik der Galaxien (V/Ü)<br>Stellare Astrophysik (V/Ü)<br>Planetologie (V/Ü)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Aus den angebotenen Vorlesungen mit Übungen sind 2 auszuwählen, das Praktikum ist verpflichtend zu belegen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Jessica Agarwal<br>Prof. Dr. Jürgen Blum<br>Dr. Bastian Gundlach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                    |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der modernen Planetenwissenschaften sowie der Astrophysik und können diese formulieren.<br>- wenden diese Grundlagen auf astrophysikalische und planetologische Probleme an<br>- sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen.<br>- analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.<br>- entwickeln für Problemstellung ohne gesicherte Grundlage eigene empirische Lösungsmethoden und begründen diese.                                                                                                            |             |                |       |                                    |    |
| Inhalte:<br>Behandelt werden Grundlagen, Methoden, Modelle und Ergebnisse der modernen Planetologie und Astrophysik, welche folgende Schwerpunkte umfassen; Erkundung planetarer Körper, physikalischer Aufbau und Dynamik der Planeten, kleine Körper im Sonnensystem, interplanetares Medium, Entstehung des Sonnensystems, Erkundung stellarer Objekte und Galaxien, Entstehung von Sternen, Aufbau und Entwicklung von Sternen, interstellares Medium, Aufbau und Kinematik der Milchstraße und Entstehung und Entwicklung von Galaxien. Das Praktikum umfasst Aufbau und Durchführung eigener Laborexperimente bzw. die Analyse empirischer wissenschaftlicher Daten zur Lösung planetologischer oder astrophysikalischer Fragestellungen. |             |                |       |                                    |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                |       |                                    |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben<br>(c) Studienleistung: Protokoll zum Laborpraktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                |       |                                    |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |                |       |                                    |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Jürgen Blum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |
| Sprache:<br>Deutsch und Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |    |
| Medienformen:<br>Tafel-, Smartboard- bzw. Tablet Vortrag, Beamer, elektronische Handouts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                    |    |
| Literatur:<br>B.W. Carroll, D.A. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics (2 <sup>nd</sup> edition). Cambridge University Press, 2017.<br>L. Bergmann, C. Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 7: Erde und Planeten, deGruyter, Berlin, 2001.<br>H.-H. Voigt, Abriss der Astronomie (Hrsg. H.-J. Röser, W. Tscharnuter). Wiley-VCH, 2012.<br>J.S. Lewis. Physics and Chemistry of the Solar System (2 <sup>nd</sup> edition), Academic Press, 2004.<br>T. Encrenaz et al. The Solar System. 3rd Edition, Springer, 2004.<br><br><i>Asteroide</i><br>Burbine, T.H., 2017, Asteroids. Cambridge University Press.                                                                                                                |             |                |       |                                    |    |

Michel, P., DeMeo, F. Bottke, W.F. (Hrsg.) 2015. Asteroids IV. The University of Arizona Press.

#### *Entstehung von Planetensystemen*

Klahr, H., Brandner, W. (Hrsg.) 2006. Planet Formation. Cambridge University Press

Apai, D., Loretta, D. S. (Hrsg.) 2010. Protoplanetary Dust. Cambridge University Press

Armitage, P. J. 2010. Astrophysics of Planet Formation. Cambridge University Press

#### *Kometen und Transneptunische Objekte (TNOs)*

„Comets II“, Eds. M. Festou, H.-U. Keller, H. A. Weaver, University of Arizona Press, 2004 (all files available online)

“Planetay Sciences”, 2<sup>nd</sup> edition, I. de Pater & J. Lissauer, Cambridge University Press, 2015.

Encyclopedia of the Solar System, 2<sup>nd</sup> edition, eds. L.-A. McFadden, P.R. Weissman, T. V. Johnson, Elsevier Academic Press, 2007.

#### *Physik der Galaxien und Stellare Astrophysik*

B.W. Carroll, D.A. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics (2<sup>nd</sup> edition). Cambridge University Press, 2017.

#### *Planetologie*

Jack Lissauer, Imke, de Pater, Fundamental Planetary Science, 2013, Cambridge University Press.

John Lewis, Physics and Chemistry of the Solar System, 1997, Elsevier.

Erklärender Kommentar:

**Sprache:** Deutsch oder Englisch nach Absprache

Kategorien (Modulgruppen):

**Fachliche Vertiefungsphase**

Voraussetzungen für dieses Modul:

---

Studiengänge:

**Physik (MPO 2021) (Master)**

Kommentar zur Zuordnung:

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Geophysik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-20</b> |    |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>GP2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 450 h       | Präsenzzeit:   | 140 h | Semester:                          | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15          | Selbststudium: | 310 h | Anzahl Semester:                   | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 10 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Geophysikalisches Geländepraktikum (P)<br>Hydrogeophysik (V)<br>Hydrogeophysik (Ü)<br>Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten- und Signalanalyse (V)<br>Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten- und Signalanalyse (Ü)<br>Angewandte Geophysik (V)<br>Angewandte Geophysik (Ü)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       |                                    |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Die Aus den angebotenen Vorlesungen mit Übungen sind 2 auszuwählen, das Geländepraktikum ist verpflichtend zu belegen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Andreas Hördt<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                    |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- können die Grundlagen der Physik der festen Erde in eigenen Worten wiedergeben.<br>- können geophysikalische Methoden zur Erkundung des Untergrundes selbständig für eine vorgegebene Fragestellung auswählen.<br>- sind in der Lage, die Methoden anzuwenden und die Daten mit geeigneten Verfahren auszuwerten.<br>- können ihre Ergebnisse nachvollziehbar in einem Protokoll dokumentieren und bewerten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Inhalte:<br>Es werden die vorhandenen Grundlagen zur Physik der festen Erde erweitert und ergänzt, Darauf aufbauend werden Methoden der angewandten Geophysik behandelt, mit einem Schwerpunkt auf der Hydrogeophysik, d.h. Methoden die sich zur Erkundung von Grundwasser im Weitesten Sinne einsetzen lassen. Konkret werden die klassischen Verfahren Seismik, Gleichstromgeoelektrik, Elektromagnetische Induktionsmethoden und Magnetik behandelt, ggf. ergänzt durch innovative Verfahren, die im Fokus der Forschung stehen, wie z.B. Induzierte Polarisation und Nuklearmagnetische Resonanz. Neben den theoretischen Grundlagen und der Durchführung im Gelände werden auch Inversionstechniken, Methoden der Zeitreihenanalyse und Möglichkeiten der geowissenschaftlichen Interpretation gelehrt.                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |    |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben<br>(c) Studienleistung: Protokoll zum Geländepraktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |    |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                    |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Andreas Hördt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       |                                    |    |
| Sprache:<br>Deutsch und Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       |                                    |    |
| Medienformen:<br>Tafelvortrag, Beamer, praktische Arbeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |    |
| Literatur:<br>Lowrie, W., 2007, Fundamentals of Geophysics, Cambridge.<br>Bendat, J.S., Persol, A.G., 2010, Random Data, Analysis and Measurement Procedures, Wiley.<br>Menke, W., 2012, Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory, Elsevier.<br>McMahon, D., 2007, Signals and Systems Demystified, McGraw Hill.<br>Rubin, Y., Hubbard, S., 2006, Hydrogeophysics, Springer.<br>Knödel, K., Krummel, H. Lange, G., 1997, Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3: Geophysik, Springer.<br>Kearey, Ph., and Brooks, M., 2002, An introduction to geophysical exploration, Blackwell.<br>Telford, W.M., Geldard, L.P., Sherriff, R.E., 1990, Applied Geophysics, Cambridge University Press.<br><br><i>Geophysikalisches Geländepraktikum</i><br>Kearey, Ph., and Brooks, M., 2002, An introduction to geophysical exploration, Blackwell.<br>Telford, W.M., Geldard, L.P., Sherriff, R.E., 1990, Applied Geophysics, Cambridge University Press. |             |                |       |                                    |    |

Knödel, K., Krummel, H. Lange, G., 1997, Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3: Geophysik, Springer.

#### *Hydrogeophysik*

Kirsch, Groundwater Geophysics – a tool for hydrogeology, Springer.

Vereecken, H., Binley, A., Cassiani, G., Revil, A. und Titov, K., Applied Hydrogeophysics, NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences – 71.

Knödel, K., Krummel, H. Lange, G., 1997, Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3: Geophysik, Springer.

Rubin, Y., Hubbard, S., 2006, Hydrogeophysics, Springer.

Reynolds, J.M., 1997, An introduction to Applied and Environmental Geophysics, Wiley.

Everett, M.E., 2013, Near-Surface applied geophysics, Cambridge university press.

#### *Fortgeschrittene Methoden der Experimentalphysik: Daten und Signalanalyse*

Bendat, J.S., Piersol, A.G., Random Data: Analysis and Measurement Procedures, Wiley & Sons Inc. 1986, und weitere Spezialliteratur, die jeweils zum Vorlesungsbeginn bekannt gegeben wird.

#### *Angewandte Geophysik*

Knödel, K., Krummel, H. Lange, G., 1997, Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3: Geophysik, Springer.

Kearey, Ph., and Brooks, M., 2002, An introduction to geophysical exploration, Blackwell.

Rubin, Y., Hubbard, S., 2006, Hydrogeophysics, Springer.

Reynolds, J.M., 1997, An introduction to Applied and Environmental Geophysics, Wiley.

Everett, M.E., 2013, Near-Surface applied geophysics, Cambridge university press.

#### *Erklärender Kommentar:*

Ein Teil des Modules wird gemeinsam mit Studierenden der Geoökologie/Umweltnaturwissenschaften durchgeführt, welche die Vorlesung Hydrogeophysik hören und am Geländepraktikum teilnehmen.

#### *Kategorien (Modulgruppen):*

**Fachliche Vertiefungsphase**

#### *Voraussetzungen für dieses Modul:*

---

#### *Studiengänge:*

**Physik (MPO 2021) (Master)**

#### *Kommentar zur Zuordnung:*

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|---|
| Modulbezeichnung:<br><b>Metrologie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IPKM-41</b> |   |
| Institution:<br><b>Physik der Kondensierten Materie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>MET2021</b>  |   |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 240 h       | Präsenzzeit:   | 70 h  | Semester:                          | 1 |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8           | Selbststudium: | 170 h | Anzahl Semester:                   | 2 |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 5 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Energie und Ressourcen (V/Ü)<br>Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien (V/Ü)<br>Photometrie und Radiometrie (V)<br>Nano-Quantenoptomechanik (OV/Ü)<br>Grundlagen der Nanooptik (OV)<br>Grundlagen der Nanooptik (OÜ)<br>Einführung in die Elektronenmikroskopie (V)<br>Gravitationswellendetektion (V)<br>Gravitationswellendetektion (Ü)<br>Präzisionsmesstechnik (V)<br>Qualitätssicherung und Optimierung (V)<br>Qualitätssicherung und Optimierung (Ü)<br>Foundations of Metrology (Ring-V)<br>Präzisionsmesstechnik (V)<br>Präzisionsmesstechnik (Ü)<br>Fertigungsmesstechnik (V)<br>Fertigungsmesstechnik (Ü)<br>Einführung in die Messtechnik (V)<br>Einführung in die Messtechnik (Ü)<br>Messdatenauswertung und Messunsicherheitsbestimmung |             |                |       |                                    |   |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Zum Modul gehören die Ringvorlesung Foundations of Metrology oder Messdatenauswertung sowie eine weitere der angegebenen Vorlesungen mit Übung nach Wahl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                |       |                                    |   |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Stefan Kück<br>Prof. Dr. Stefanie Kroker<br>Prof. Dr. Oleksandr Dobrovolskiy<br>Prof. Dr. Petra Mischnik<br>Prof. Dr. Meinhard Schiling<br>Prof. Dr. Rainer Tutsch<br>Dr. Daesung Park<br>Dr. Marcus Petz<br>Dr. Gerd Ehret<br>Dr. Dorothee Hüser-Espig<br>Dr. Wolfgang Schmid<br>Uwe Siegner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |   |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden verstehen die theoretischen und praktischen Grundlagen der Metrologie und können sie im Bereich der Messtechnik, dem Qualitätsmanagement, der Systematisierung und Planung von experimentellen Untersuchungen eigenständig auswählen und anwenden. Die Vertiefung von Grundlagenwissen wird in den Bereich Sensorik, Optik, Quantenoptik und Quanteneffekten in der Metrologie erzielt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |   |
| Inhalte:<br>Thematische Schwerpunkte liegen im Bereich der Messtechnik, Sensorik, Abschätzung von Messunsicherheiten und Modellierung von Messprozessen. Diese werden verknüpft mit Fragestellungen zu Maßsystemen, Rückführbarkeit, Grenzen physikalischer Messverfahren und deren Anwendung im Bereich Optik und Quantenoptik. Weiterhin werden internationale Aspekte und Fachtermini der Metrologie diskutiert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |   |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |   |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)<br>(b) Studienleistung: Hausaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |   |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulverantwortlicher:<br><b>Prof. Dr. Peter Lemmens</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache:<br><b>Deutsch und Englisch</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Medienformen:<br><b>Tafelvortrag, Beamer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur:<br>V. Kose, F. Melchert: Quantenmaße in der elektrischen Messtechnik, VCH 1991.<br>J. Hoffmann: Handbuch der Messtechnik, Hanser Verlag 2004.<br>Kohlrausch: Praktische Physik (1. Bd), 24. Auflage, Teubner.<br>E.O. Göbel, Präzisionsmesstechnik (Skript zur Vorlesung 2006)<br>R. Tutsch: Fertigungsmesstechnik (Kapitel 1 in: Gevatter, Grünhaupt (Hrg.): Handbuch der Automatisierungstechnik, Springer-Verlag, 2005).<br>P. Profos, T. Pfeifer (Hrsg.): Grundlagen der Meßtechnik, 5., überarb. Aufl., München [u.a.]: Oldenbourg, 1997, ISBN: 3-486-24148-6.<br><br><i>Energie und Ressourcen</i><br>Quaschnig, V.: Erneuerbare Energien und Klimaschutz (Hanser).<br>Kaltschmitt, Wiese, Streicher (Hrsg.) Erneuerbare Energien, (Springer).<br>N.V. und V.M. Kharchenko, Advanced energy system, (CRC Press).<br>R.F.M. Lobo, Nanophysics for Energy Efficiency (Springer).<br>R.A. Hinrichs, M. Kleinbach, Energy: Its Use and the Environment, (Brooks Cole).<br><br><i>Spektroskopien für Festkörper und Nanomaterialien</i><br>Laserspektroskopie: Grundlagen und Techniken, Springer, Wolfgang Demtröder<br><br><i>Einführung in die Elektronenmikroskopie</i><br>Williams, D., Carter, B., Barry, C., Transmission Electron Microscopy, Springer-Verlag.<br>Reimer, L., Kohl, H., Transmission electron microscopy, Springer-Verlag.<br>R.F. Egerton, Electron Energy-Loss Spectroscopy in the Electron Microscope, Springer-Verlag.<br>Giannuzzi, L.A., (Eds.) Introduction to Focused Ion Beams, Springer-Verlag.<br><br><i>Qualitätssicherung und Optimierung</i><br>E. Schröder: Elektrische Messtechnik (Hanser Verlag)<br>W. Mendenhall: Statistics for Engineering and the Sciences (Prentice Hall).<br>O. Hein: Statistische Verfahren der Ingenieurpraxis (B.I.-Wissenschaftsverlag).<br>N.L. Johnson and F.C. Leone: Statistics and Experimental Design, Vol. 1+2 (John Wiley & Sons)<br>Hartmann, Lezki und Schäfer, Statistische Versuchsplanung und -auswertung in der Stoffwirtschaft, VBE Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig<br>B. Pesch: Bestimmung der Messunsicherheit nach GUM (Books on Demand GmbH)<br>G. Linß: Qualitätsmanagement für Ingenieure (Fachbuchverlag Leipzig) |
| Erklärender Kommentar:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Brücken- und Nebenfachbereich</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|------------------------------------|---|
| Modulbezeichnung:<br><b>Wahlfach</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-21</b> |   |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>WF2021</b>   |   |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 210 h       | Präsenzzeit:   | 70 h  | Semester:                          | 1 |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7           | Selbststudium: | 140 h | Anzahl Semester:                   | 2 |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Wahlpflicht |                |       | SWS:                               | 5 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                    |   |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Entweder die Wahl der beiden Module „Wahlfach“ und „Metrologie“ oder des Moduls „Brückenmodul“.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |   |
| Lehrende:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |   |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse in einem oder mehreren Fächern, die ihren individuellen Ausbildungsweg sinnvoll ergänzen. Die fachspezifischen Qualifikationsziele hängen von dem oder den gewählten Fächern ab. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, Inhalte und methodische Ansätze anderer Wissenschaftsdisziplinen zu erläutern. Sie können die Methoden anderer Fächer mit physikalischer Herangehensweise vergleichen und interdisziplinäre Ansätze ableiten. |             |                |       |                                    |   |
| Inhalte:<br>Die Studierenden können aus dem gesamten Lehrangebot der TU Braunschweig frei wählen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |   |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Seminar, Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                |       |                                    |   |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: nach Vorgabe des gewählten Faches<br>(b) Studienleistung: nach Vorgabe des gewählten Faches                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                    |   |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       |                                    |   |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Andreas Hördt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |   |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                |       |                                    |   |
| Medienformen:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                    |   |
| Literatur:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                    |   |
| Erklärender Kommentar:<br>Es muss mindestens eine benotete Prüfungsleistung erbracht werden. Die Modulnote ermittelt sich aus dem nach LP gewichteten Mittelwert der benoteten Prüfungsleistung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                    |   |
| Kategorien (Modulgruppen):<br>Brücken- und Nebenfachbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                    |   |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       |                                    |   |
| Studiengänge:<br>Physik (MPO 2021) (Master)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                    |   |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                    |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                |       |                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|-----------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Brückenmodul</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-AP-48</b>  |    |
| Institution:<br><b>Angewandt Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                |       | Modulabkürzung:<br><b>BRM2021</b> |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 450 h       | Präsenzzeit:   | 168 h | Semester:                         | 1  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 15          | Selbststudium: | 282 h | Anzahl Semester:                  | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Wahlpflicht |                |       | SWS:                              | 12 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |                |       |                                   |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br><b>Die Studierenden können aus dem gesamten Lehrangebot der TU Braunschweig frei wählen.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                |       |                                   |    |
| Lehrende:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |                |       |                                   |    |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden erlangen Einblicke in Physik verwandte Themenfelder, wie z. B. den Ingenieurwissenschaften, der Mathematik, der Informatik oder den Naturwissenschaften. Die Studierenden erwerben so eine Befähigung zu fachübergreifendem Arbeiten wie es in typischen Einsatzfeldern von Physikerinnen und Physikern in der Industrie erwartet wird. Bei gewählten Lehrveranstaltungen, die nicht im direkten Zusammenhang mit der naturwissenschaftlich-technischen Fachausbildung stehen, eröffnet sich den Studierenden die Möglichkeit, die Denk- und Arbeitsweise eines anderen Faches zu erkennen und wissenschaftliche Fragestellungen in einem interdisziplinären Zusammenhang zu begreifen, darzulegen und bearbeiten zu können. |             |                |       |                                   |    |
| Inhalte:<br><b>Die Studierenden können aus dem gesamten Lehrangebot der TU Braunschweig wählen.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |                |       |                                   |    |
| Lernformen:<br><b>Vorlesungen, Übungen, Seminar, Praktikum</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |                |       |                                   |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: nach Vorgabe des gewählten Faches<br>(b) Prüfungsleistung: nach Vorgabe des gewählten Faches<br>(c) Studienleistung: nach Vorgabe des gewählten Faches. Es müssen mindestens 2 benotete Leistungen erbracht werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                |       |                                   |    |
| Turnus (Beginn):<br><b>In jedem Semester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |                |       |                                   |    |
| Modulverantwortlicher:<br><b>Prof. Dr. Uta Schlickum</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                   |    |
| Sprache:<br><b>Deutsch</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                |       |                                   |    |
| Medienformen:<br><b>Tafelvortrag, Overheadfolien, Beamer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |                |       |                                   |    |
| Literatur:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                |       |                                   |    |
| Erklärender Kommentar:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                |       |                                   |    |
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Brücken- und Nebenfachbereich</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                   |    |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                |       |                                   |    |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |                |       |                                   |    |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                |       |                                   |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |       |                                    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------|------------------------------------|---|
| Modulbezeichnung:<br><b>Professionalisierung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-22</b> |   |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                |       | Modulabkürzung:<br><b>PROF2021</b> |   |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 450 h   | Präsenzzeit:   | 90 h  | Semester:                          | 3 |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15      | Selbststudium: | 360 h | Anzahl Semester:                   | 2 |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Pflicht |                |       | SWS:                               | 6 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>Oberseminar: Akt. Themen d. Festkörperphysik (OS)<br>Theoretisch-Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Mathematisch-Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Oberseminar Geo- und Astrophysik (OS)<br>Seminar Angewandte Geophysik (S)<br>Literaturrecherche und wissenschaftliches Lesen (Ü)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |       |                                    |   |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |       |                                    |   |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Dirk Menzel<br>Prof. Dr. Stefan Süllo<br>Prof. Dr. Wolfram Brenig<br>Prof. Dr. Yasuhito Narita<br>Prof. Dr. Christoph Karrasch<br>Prof. Dr. Patrik Recher<br>Prof. Dr. Uta Schlickum<br>Prof. Dr. Andreas Hördt<br>Prof. Dr. Jessica Agarwal<br>Prof. Dr. Jürgen Blum<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke<br>Dr. Heiko Bremers<br>Dr. Markus Etzkorn<br>Dr. Uwe Rossow<br>Dr. Ingo Richter<br>Bastian Gundlach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                |       |                                    |   |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden<br>- können den Forschungsstand auf einem wissenschaftlichen Gebiet erarbeiten.<br>- können wissenschaftliche Arbeiten zielorientiert lesen und die wesentlichen Inhalte mit eigenen Worten wiedergeben.<br>- können eigene Forschungsarbeiten strukturieren und organisieren.<br>- sind in der Lage, die Ergebnisse eigener Arbeiten einem fachkundigen Publikum in schriftlicher und mündlicher Form in professioneller Weise zu präsentieren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                |       |                                    |   |
| Inhalte:<br>Es werden Das Modul beinhaltet Techniken der Literaturrecherche. Hierzu gehört die Nutzung von Literaturdatenbanken, die Verwaltung von Literaturangaben in Verbindung mit einem Textverarbeitungsprogramm, und das Erstellen von Literaturverzeichnissen. Zudem werden in fachspezifischen Seminaren aktuelle wissenschaftliche Arbeiten in den Arbeitsgruppen der physikalischen Institute vorgestellt und diskutiert. Dabei lernen die Studierenden, mündliche Präsentationen inhaltlich zu folgen und diese kritisch zu diskutieren, Zu den Inhalten gehört auch das Erstellen aussagekräftiger wissenschaftlicher Abbildungen, die Vorbereitung und Durchführung eigener Vorträge, und die kritische Diskussion eigener Ergebnisse. Ebenso lernen die Studierenden, eigene technische und wissenschaftliche Tätigkeiten vorzubereiten und in einen wissenschaftlichen Gesamtkontext einzuordnen. |         |                |       |                                    |   |
| Lernformen:<br>Übungen, Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |       |                                    |   |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Prüfungsleistung: benoteter Seminarvortrag<br>(b) Studienleistung: Zusammenfassung eines Vortrags                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |       |                                    |   |
| Turnus (Beginn):<br>In jedem Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                |       |                                    |   |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Andreas Hördt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                |       |                                    |   |
| Sprache:<br>Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |       |                                    |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medienformen:<br><b>Tafelvortrag, Präsentation</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur:<br><b>Abhängig vom Thema der Masterarbeit</b><br><br><i>Literaturrecherche und wissenschaftliches Lesen</i><br>Die elektronische Bibliothek: Literatur- und Informationsbeschaffung im Internet, Hehl, H., Saur, 2001.<br>Von der Idee zum Text: eine Anleitung zum wissenschaftlichen Schreiben, Esselborn-Krumbiegel, H., 2. durchges. Aufl., Paderborn [u.a.], Schöningh, 2004.<br><b>Fachliteratur abhängig vom Thema der Masterarbeit</b> |
| Erklärender Kommentar:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Forschungsphase</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |       |                                    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------|------------------------------------|----|
| Modulbezeichnung:<br><b>Forschungspraktikum</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-IGeP-24</b> |    |
| Institution:<br><b>Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |       | Modulabkürzung:<br><b>FP2021</b>   |    |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 450 h   | Präsenzzeit:   | 210 h | Semester:                          | 3  |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15      | Selbststudium: | 240 h | Anzahl Semester:                   | 2  |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Pflicht |                |       | SWS:                               | 15 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>AG-Seminar: Elektronische Korrelationen und Funktionalitäten (S)<br>AG-Seminar: Korrelierte Elektronensysteme (S)<br>Oberseminar: Akt. Themen d. Festkörperphysik (OS)<br>AG-Seminar: Magnetische Nanosysteme (S)<br>Theoretisch-Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Mathematisch-Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Physikalisches Oberseminar (OS)<br>Seminar Angewandte Geophysik (S)<br>Oberseminar Geo- und Astrophysik (OS)<br>Online-Seminar: Starke Korrelationen und moderne Methoden der Vielteilchenphysik (S)<br>Online-Seminar: Tensornetzwerke (S)<br>Forschungspraktikum (P)                                 |         |                |       |                                    |    |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |       |                                    |    |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Stefan Süllo<br>Prof. Dr. Dirk Menzel<br>Prof. Dr. Wolfram Brenig<br>Prof. Dr. Yasuhito Narita<br>Prof. Dr. Christoph Karrasch<br>Prof. Dr. Patrik Recher<br>Prof. Dr. Uta Schlickum<br>Prof. Dr. Andreas Hördt<br>Prof. Dr. Jessica Agarwal<br>Prof. Dr. Jürgen Blum<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke<br>Dr. Heiko Bremers<br>Dr. Markus Etzkorn<br>Dr. Uwe Rossow<br>Dr. Ingo Richter<br>Bastian Gundlach                                                                                                                                                                                                  |         |                |       |                                    |    |
| Qualifikationsziele:<br>Erwerb experimenteller und theoretischer Fertigkeiten zur Durchführung von Forschungsarbeiten. Die Studierenden schaffen in engem Kontakt mit der Arbeitsgruppe, in der später die Masterarbeit durchgeführt wird, die technischen und experimentellen Voraussetzungen für die später durchzuführende Masterarbeit. Sie erwerben die Fertigkeiten zur selbstständigen Durchführung Experimenten bzw. theoretischen Untersuchungen, die für das Forschungsprojekt im Rahmen der Masterarbeit notwendig sind. Sie erwerben die Fähigkeit, die eigenen Arbeiten im wissenschaftlichen Kontext professionell darzustellen.                |         |                |       |                                    |    |
| Inhalte:<br>4-wöchiges ganztägiges Blockpraktikum in Absprache mit dem Betreuer der Masterarbeit, zum Erlernen der theoretischen und experimentellen Methoden, die in der Masterarbeit benötigt werden. Bei experimenteller Ausrichtung u.a. Vorversuche im Kontext der später durchzuführenden Masterarbeit, Konzeption von Experimentkomponenten, Konstruktion von Experimentaufbauten, Bauteilebeschaffung, Hospitation bei laufenden Arbeiten der Arbeitsgruppe, etc. Bei theoretischer Ausrichtung u.a. Kennenlernen von Programmpaketen, Entwicklung kleiner Softwarepakete, Testrechnungen, Hospitation bei laufenden Arbeiten der Arbeitsgruppe, etw. |         |                |       |                                    |    |
| Lernformen:<br><b>Projektarbeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |       |                                    |    |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br>(a) Studienleistung: Protokoll<br>(b) Studienleistung: Seminarvortrag über die Masterarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |       |                                    |    |
| Turnus (Beginn):<br><b>In jedem Semester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                |       |                                    |    |
| Modulverantwortlicher:<br>Prof. Dr. Jürgen Blum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |       |                                    |    |

|                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sprache:<br><b>Deutsch</b>                                                                    |
| Medienformen:<br>---                                                                          |
| Literatur:<br><b>Die benötigte Literatur wird von der Betreuerin bzw. Betreuer angegeben.</b> |
| Erklärender Kommentar:<br>---                                                                 |
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Forschungsphase</b>                                          |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                      |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>                                            |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |       |                                   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------|-----------------------------------|---|
| Modulbezeichnung:<br><b>Masterarbeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |       | Modulnummer:<br><b>PHY-STD-19</b> |   |
| Institution:<br><b>Studiendekanat Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |       | Modulabkürzung:<br><b>MAS2021</b> |   |
| Workload:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 900 h   | Präsenzzeit:   | 30 h  | Semester:                         | 3 |
| Leistungspunkte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 30      | Selbststudium: | 780 h | Anzahl Semester:                  | 2 |
| Pflichtform:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Pflicht |                |       | SWS:                              | 0 |
| Lehrveranstaltungen/Oberthemen:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                |       |                                   |   |
| Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.):<br>Es wird empfohlen, die Masterarbeit erst nach Abschluss der anderen zum Masterstudium gehörenden Lehrveranstaltungen zu beginnen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                |       |                                   |   |
| Lehrende:<br>Prof. Dr. Stefan Süllow<br>Prof. Dr. Peter Lemmens<br>Prof. Dr. Dirk Menzel<br>Prof. Dr. Yasuhito Narita<br>Prof. Dr. Wolfram Brenig<br>Prof. Dr. Andrey Surzhykov<br>Prof. Dr. Christoph Karrasch<br>Prof. Dr. Patrik Recher<br>Prof. Dr. Uta Schlickum<br>Prof. Dr. Jessica Agarwal<br>Prof. Dr. Andreas Hördt<br>Prof. Dr. Jürgen Blum<br>Prof. Dr. Ferdinand Plaschke<br>Prof. Dr. Farsane Tabataba-Vakili                                                                    |         |                |       |                                   |   |
| Qualifikationsziele:<br>Die Studierenden sind in der Lage, ein physikalisches Thema unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten. Dabei zeigen sie, dass sie fachliche Zusammenhänge verstehen und wissenschaftliche Erkenntnisgrenzen erweitern können. Sie können die Vorgehensweise und Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung darstellen und bewerten, Die Studierenden können ein eigenes wissenschaftliches Projekt organisieren.    |         |                |       |                                   |   |
| Inhalte:<br>Es Selbstständige Bearbeitung (unter Anleitung) eines physikalischen Themas nach wissenschaftlichen Methoden und Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit innerhalb einer vorgegebenen Frist. Die Inhalte hängen vom Thema der Arbeit ab und liegen im Bereich der Experimentellen und Theoretischen Physik.                                                                                                                                                                      |         |                |       |                                   |   |
| Lernformen:<br>Vorlesungen, Übungen, Seminar, Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                |       |                                   |   |
| Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten:<br><b>Prüfungsleistung: Masterarbeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                |       |                                   |   |
| Turnus (Beginn):<br><b>In jedem Semester</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                |       |                                   |   |
| Modulverantwortlicher:<br><b>Studiendekan Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |       |                                   |   |
| Sprache:<br><b>Deutsch</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                |       |                                   |   |
| Medienformen:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                |       |                                   |   |
| Literatur:<br>Wird jeweils mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer der Masterarbeit individuell festgelegt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |       |                                   |   |
| Erklärender Kommentar:<br>Die Masterarbeit beinhaltet das selbstständige Bearbeiten eines wissenschaftlichen Themengebietes und die schriftliche Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit über die Ergebnisse in einem Zeitraum von acht Monaten. Der Zeitraum rechnet von der Ausgabe des Themas bis zur Abgabe der Arbeit. Die Masterarbeit muss in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden, davon abweichende Sprachen können auf Antrag vom Prüfungsausschuss bewilligt werden. |         |                |       |                                   |   |
| Kategorien (Modulgruppen):<br><b>Fachliche Vertiefungsphase</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |       |                                   |   |
| Voraussetzungen für dieses Modul:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                |       |                                   |   |
| Studiengänge:<br><b>Physik (MPO 2021) (Master)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                |       |                                   |   |
| Kommentar zur Zuordnung:<br>---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                |       |                                   |   |